

光ファイバによる3次元地中変位計測技術(Geo-NewROn®)の開発 -3次元自在ボーリング技術(NaviX®工法)と組み合わせた実証実験-

鹿島建設(株) 正会員 ○中島拓巳 永谷英基 福田勝仁 今井道男 川端淳一
ニューブレクス(株) 正会員 岸田欣増 非会員 山内良昭
ケミカルグラウト(株) 正会員 塩屋祐太 非会員 野呂善孝 糸川政則

1. はじめに

シールド工事や開削工事において、地中の変位状況をリアルタイムに施工管理にフィードバックできれば、地盤変位の予兆を捉えることができ、安全な施工が可能となる。そこで、光ファイバ計測技術を活用し3次元で地中変位を分布計測できる Geo-NewROn®(Geo-Neuron with Real-time Optical novel multi shape sensing)の開発を進めている。今回は、Geo-NewROn®と3次元自在ボーリング技術である NaviX®工法を組み合わせ、任意の地点における地中変位計測精度を現場実験で検証したので報告する。



図-1 Geo-NewROn®

2. 技術概要

(1) Geo-NewROn®

Geo-NewROn® (図-1) はフレキシブルなケーブルに光ファイバ6本を螺旋状に編み込んでおり、ケーブルに生じるねじれを補正し、3次元の地中変位を計測することができる。これまでに、Geo-NewROn®の性能確認実験を行い、1mmの変位を正確に計測できることを確認している¹⁾。

(2) NaviX®工法

NaviX®工法は、NaviX®施工機(図-2)と金属製の中空ロッド(内径54mm)を用いて、三次元で削孔制御できる自在ボーリング技術である。これまでに、約400mの削孔長を制御した実績がある²⁾。



図-2 NaviX®施工機

(3) Geo-NewROn®とNaviX®工法の組み合わせ

NaviX®工法で地中に残置したロッド内に Geo-NewROn®を挿入し、ロッド変形を介して地中変位を計測できれば、図-3に示すとおり、任意の地点で地中変位を計測できると考えた。しかしながら、この技術を実現するためには下記2点の課題があったことから、現場実験で検証した。

①ロッド内への Geo-NewROn®片押し挿入時における Geo-NewROn®内部光ファイバの耐破断性確保

(牽引と比べて Geo-NewROn®内部の光ファイバにかかる負荷が大きくなり断線する可能性が高い)

②ロッド内に挿入した Geo-NewROn®のロッド変形への追従性確保

(ロッド内で Geo-NewROn®が浮き、Geo-NewROn®がロッド変形に追従しない可能性がある)

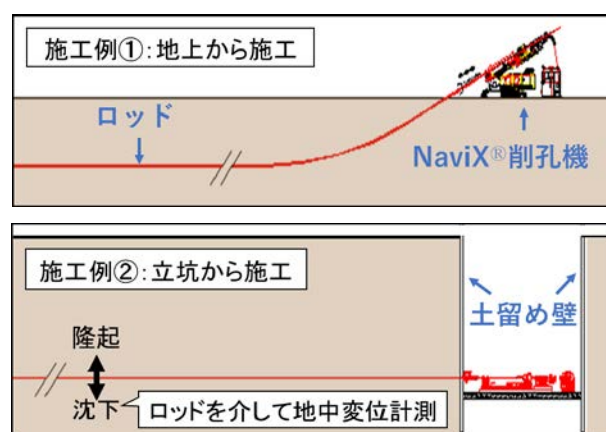


図-3 地中変位計測イメージ図

キーワード 光ファイバセンサ、3次元地中変位、分布計測、自在ボーリング

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

3. 現場実験

(1) 実験概要

実験場所の平面図を図一4に示す。土被り最大5 mで削孔長140 mの自在ボーリングを実施し、ロッドを地中に残置した。その後、ロッドにGeo-NewROn[®]を片押しで断線なく挿入できるかを検証した。なお、Geo-NewROn[®]の外径は21 mmのため、Geo-NewROn[®]とロッドのクリアランスは33 mmである。また、挿入側から123 mの地点(土被り2 m)に変位計測実験用の開削部を設けた。この開削部において、ロッドに強制変位を与えて、Geo-NewROn[®]のロッド変形への追従性を検証した。

(2) 片押し挿入実験

光ファイバの断線を防ぐため、電線敷設工事で一般的に用いられる通線ワイヤーとGeo-NewROn[®]を一体化し、挿入時は通線ワイヤーのみに力を加えて片押しで挿入した。なお、通線ワイヤーは直径14 mmの強化プラスチック製で、強度と柔軟性に優れている。実験の結果、Geo-NewROn[®]内部の光ファイバにかかる負荷を軽減でき、光ファイバが断線することなくGeo-NewROn[®]を140 mのロッド内に片押し挿入できた(図一5)。

(3) 追従性確認実験

変位計測実験場所に設置したH鋼にチェーンブロックを取り付け、ロッドに強制変位を与えられるようにした。ロッドにスタッフを立てて水準測量で強制変位量を実測することで、強制変位量を制御する機構とした(図一6)。鉛直上方向を+とし、①+10 mm(0→10 mm)、②+10 mm(10→20 mm)、③-10 mm(20→10 mm)、④-10 mm(10→0 mm)と段階的に強制変位を与え、各段階においてGeo-NewROn[®]で変位を計測した。計測結果を図一7に示す。強制変位に対する計測誤差は各計測段階において既往の実験¹⁾で確認されている精度(±1 mm以内)に収まっており、精度よく変位を計測できた。よって、ロッド内に挿入したGeo-NewROn[®]はロッドの変形に追従し、ロッド変形を介した計測でも地中変位を精度よく計測できると考えられる。

4. おわりに

実証実験の結果、光ファイバを断線することなく、Geo-NewROn[®]を片押しで140 mのロッド内に挿入できることを確認した。また、ロッド変形を介した計測でも、施工管理に十分適用できる±1 mm以内の精度で地中変位を計測可能であることを確認した。今後、様々な工事に本技術を適用することで地中変位を監視し、地盤変状リスクを可能な限り低減した安全・安心な施工管理手法を実現していく。

参考文献

- 1) 中島ほか：光ファイバによる3次元地中変位計測技術(Geo-NewROn)の開発、鹿島建設技術研究所年報 Vol.70、2022
- 2) 白井ほか：長距離ボーリング削孔実験報告、土木学会全国大会第76回年次学術講演会、2021



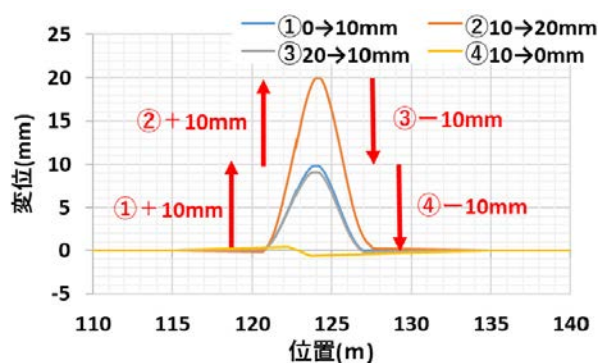
図一4 実験場所の平面図



図一5 Geo-NewROn[®]敷設状況



図一6 変位計測実験場所



図一7 変位計測結果